

⑤1

Int. Cl. 2:

A 61 B 3/10

①9 BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES



PATENTAMT

DT 24 50 095 A1

①1

Offenlegungsschrift 24 50 095

②1

Aktenzeichen:

P 24 50 095.6

②2

Anmeldetag:

22. 10. 74

④3

Offenlegungstag:

29. 4. 76

③0

Unionspriorität:

③2 ③3 ③1

—

⑤4

Bezeichnung:

Verfahren zur Bestimmung der Blickrichtung und des Gesichtsfeldes des Auges und Anordnung zur Durchführung des Verfahrens

⑦1

Anmelder:

Messerschmitt-Bölkow-Blohm GmbH, 8000 München

⑦2

Erfinder:

Kroy, Walter, Dr., 8012 Ottobrunn; Manhart, Sigmund, 8013 Haar

DT 24 50 095 A1

2450095

MESSERSCHMITT-BÖLKOW-BLOHM
GESELLSCHAFT
MIT BESCHRÄNKTER HAFTUNG
MÜNCHEN

Ottobrunn, 30. Sept. 1974
BT014
Kre/Ke

7745

Verfahren zur Bestimmung der Blickrichtung und des Gesichtsfeldes des Auges und Anordnung zur Durchführung des Verfahrens

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Bestimmung der Blickrichtung und des Gesichtsfeldes des Auges mittels einer auf die Pupille einwirkenden dreh- und/oder verschiebbar angeordneten Lichtquelle mit einer Wellenlänge im nahen Infrarotbereich und einer Anordnung zur Durchführung dieses Verfahrens.

Durch die deutsche Auslegeschrift 1 076 886 ist ein Gerät zur Augenbehandlung bekanntgeworden, bei dem eine beleuchtbare Marke als Blickrichtungspunkt quer zur optischen Achse einer Vergrößerungslinse allseitig verschiebbar ist. Dieses Gerät erfordert die Bedienung durch einen Arzt und gestattet nur Näherungswerte.

Durch die deutsche Auslegeschrift 2 141 080 ist eine Vorrichtung zur Behandlung der Augenmuskeln bekanntgeworden, bei der Licht-

zeichen unabhängig voneinander beweg- und/oder einstellbar sind, und zwar innerhalb des ganzen Blickfeldes des Auges, wobei die Lichtzeichen auch mittels Lichtleitkabeln übertragen werden können bzw. durch gerichtete Strahlen erzeugt werden. Auch bei dieser Vorrichtung ist die Mitwirkung des Arztes unerlässlich und die erzielten Meßwerte sind noch zu ungenau.

Durch die deutsche Offenlegungsschrift 1 932 278 zählt eine Vorrichtung zum Prüfen des Pupillarreflexes zum Stand der Technik, bei der die Bewegung oder Veränderung der Pupille durch einwirkendes Licht unter Infrarotbestrahlung durch eine IR-Kamera aufgenommen wird und reproduziert wird. Eine Bestimmung der Blickrichtung und des Gesichtsfeldes ist mit diesem Gerät nicht möglich.

Durch die deutsche Offenlegungsschrift 2 135 654 ist eine Vorrichtung zur Prüfung des Gesichtsfeldes bekanntgeworden, bei der mittels einer programmierbaren Datenverarbeitungsanlage die Lage, Größe und Intensität von kurzzeitigen Lichtpunkten in einem zweidimensionalen Prüffeld erzeugt und gesteuert werden. Der Patient steuert hierbei von Hand die Wahrnehmung nach, so daß der Schwellwert des wahrgenommenen Reizes bestimmt werden kann. Diese Vorrichtung läßt ebenfalls keine präzisen Werte zu, denn die Nachzeichnung der kurzzeitigen Lichtpunktfolgen durch den Patienten birgt zu viele Unsicherheitsfaktoren. Außerdem treten hier sehr schnell Augenreizungen auf. Auch hier ist die Anwesenheit eines Arztes erforderlich.

Der Erfindung liegt nun die Aufgabe zugrunde, die Nachteile der zum Stande der Technik zählenden Vorrichtungen zu beseitigen und ein Verfahren und eine Anordnung zur Durchführung desselben zu schaffen, womit sowohl die Blickrichtung als auch das Gesichtsfeld automatisch gemessen werden können, ohne daß die Anwesenheit eines Arztes erforderlich ist.

Diese Aufgabe findet ihre Lösung dadurch, daß von einer Infrarot-Lichtquelle Strahlenbündel auf den Pupillen- bzw. Irisrand des Auges gerichtet werden und die einzelnen reflektierten Intensitäten mittels lichtempfindlicher Sensoren gemessen, ein Maß für die Winkelabweichung zwischen Blickrichtung und Lichtquellenrichtung geben.

Durch diese Maßnahmen ist nun ein berührungsloses Verfahren geschaffen, welches außerdem die Adaption nicht beeinflußt und vor allem automatisch ohne Anwesenheit des Arztes zuverlässig und genau arbeitet.

Weiterhin wird vorgeschlagen, daß der Winkelabstand zwischen Blickrichtung und Lichtquelle nach einem festgelegten Schema statistisch über das gesamte Gesichtsfeld verändert wird und der Prüfling bei jeder Änderung innerhalb einer festlegbaren Zeitspanne ein Signal für eine Registriereinrichtung auslöst.

Durch diese Maßnahmen wird vermieden, daß der Patient eine besondere "Erwartungshaltung" bezüglich des Ortes des zu erwartenden Lichtes einnehmen kann.

In einer Ausgestaltung eines Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Verfahrens ist vorgesehen, daß das Registriersignal infolge erheblicher Steigerung der Helligkeit der Meßlichtquelle durch Lidschlußreflex ausgelöst wird. Durch diese Maßnahme wird der Patient jeglicher Entscheidung zur Auslösung des Registriersignals enthoben. Fotoelektrische Meßmittel registrieren den Lidschluß und betätigen die logischen Funktionen zur Registrierung und Auswertung.

Nun ist noch vorgesehen, daß von Messung zu Messung als Adaptionszeit eine einstellbare Verzögerungszeit eingelegt wird. Die Adaptionszeit bräuchte bei dem vorgeschlagenen Verfahren eigentlich nicht oder nur kaum berücksichtigt werden, aber zur

Erzielung eines optimalen Meßergebnisses kann so eine gewährte Ruhezeit von etwa drei bis zehn Sekunden nur von Vorteil sein. Außerdem kann in dieser Zeitspanne das Prüflicht neu positioniert werden.

Ferner wird noch vorgeschlagen, daß ein rein rechnerisch erzeugtes Lichtsignal, wie beispielsweise ein Lichtfeld mit wechselnder Farbe und konstanter Helligkeit zur Messung herangezogen wird. Durch diese Maßnahmen wird bewirkt, daß die Lichtsignale keine Adaptionsänderungen hervorrufen.

Die Anordnung zur Durchführung des vorgeschlagenen Verfahrens ist in den Ansprüchen und in der Beschreibung festgelegt und eingehend behandelt. Das Verfahren ist nachfolgend an einem Ausführungsbeispiel beschrieben und die Anordnung hierzu gezeichnet. Es zeigen:

- Fig. 1 den Aufbau eines Systems in schematischer Darstellung;
Fig. 2 die Meßstrahlen im Bereich der Pupille des Auges, deren zweite Stellung strichpunktiert dargestellt ist;
Fig. 3 ein Ausführungsbeispiel mit vier Meßstrahlen gemäß Fig. 2.

Für die Augenheilkunde ist in vielen Fällen die exakte Festlegung der Blickrichtung von besonderem Interesse. Bisher suchte der Arzt diese Richtung derart festzulegen, daß er den Patienten motivierte, eine bestimmte Stelle, die vorwiegend durch einen Lichtpunkt dargestellt wurde, anzufixieren. Soll jedoch eine veränderliche Blickrichtung laufend kontrolliert und möglichst häufig registriert werden, so sind die bisher bekannten Methoden kaum zu gebrauchen.

Hier setzt das vorgeschlagene Verfahren ein, indem es die Blickrichtung des Auges optisch mißt und dabei den Pupillen- oder auch den Irisrand als Meßziel benützt. Hierzu erfolgt die Messung im infraroten Wellenlängenbereich, um die Adaption des

Auges nicht wesentlich zu beeinflussen. In Fig. 1 ist die Meßanordnung schematisch dargestellt.

Von einer Infrarotlichtquelle 10, die beispielsweise eine Lumineszenzdiode, Laserdiode oder Spaltlampe etc. sein kann, wird Licht ausgesendet und von einem Strahlteilerprisma - in dem gezeichneten Beispiel sind es die teildurchlässigen Spiegel 11, 12 und 13 - in mindestens drei etwa gleiche Strahlen aufgespalten. Jedes dieser Lichtbündel 1, 2 und 3 - in Fig. 3 ist eine Anordnung mit einem zusätzlichen Lichtbündel 4 dargestellt, das natürlich auch einen vierten teildurchlässigen Spiegel usw. erfordert - wird durch eine Zylinderoptik 17, 18, 19 zu annähernd rechteckigem Querschnitt geformt und auf den Pupillen- bzw. Irisrand 51 des Auges 50 gelenkt. Zwischen Strahlteiler 11, 12, 13, ... und den Zylinderlinsen 17, 18, 19, ... sind weitere teildurchlässige Spiegel 14, 15, 16, ... angeordnet, die die vom Auge 50 bzw. dessen Pupille 51 etc. reflektierten Strahlintensitäten einzeln auf lichtempfindliche Sensoren 20, 21, 22, ... lenken.

Da innerhalb der Pupille bzw. der Iris die Lichtabsorption beträchtlich größer ist als auf den übrigen Flächen des Augapfels, sind die reflektierten Intensitäten der drei oder vier etc. Strahlenbündel 1, 2, 3 und gegebenenfalls 4 von der jeweiligen Blicklage des Auges bezüglich der Symmetrieachse abhängig.

Das heißt, die Symmetrielage ist dann erreicht, wenn das Differenzsignal zwischen Sensor 2 und 3 und zwischen Sensor 3 und 1 gleich Null ist.

$$D_{1,2} = D_{2,3} = D_{3,1} = 0 \quad (\text{I.})$$

Bei der Anordnung gemäß Fig. 3 würde die Gleichung lauten:

$$D_{1,3} = D_{2,4} = 0 \quad (\text{II.})$$

Nun kann in absolut zuverlässiger und sicherer Weise an der Größe der einzelnen Differenzsignale auf die vorherrschende Winkelabweichung der Blickrichtung aus der jeweiligen Stellung 51a der Iris 51 geschlossen werden. Andererseits kann für Steuerzwecke ein logisches Signal beim Eintreten der Symmetriebedingung erzeugt werden, welches anzeigt, wann und wie lange eine bestimmte Blickrichtung eingenommen wird.

Die Differenzsignale können auch elektronisch vorabgeglichen werden, so daß eine von der geometrischen Symmetrie abweichende Augenposition die Meßbedingung erfüllt und das logische Signal auslöst. Alle diese Operationen erfolgen in der Registrier- und Auswerteinheit 23.

Soll das Gesichtsfeld des Patienten bestimmt werden, so wird - wie vorbeschrieben - zuerst auf die Symmetrielage des Auges bzw. dessen Blicks in der Symmetrieachse einjustiert. Hierzu dient ein Lichtpunkt auf dieser Achse (Zielpunkt), auf den der Patient seinen Blick richtet. Diese sogenannte Symmetrie löst in dem Registrier- und Auswertgerät 23 ein Signal aus, welches dem Steuergerät 24 der Meßlichtquelle 10 (sichtbarer Spektralbereich z. B. 575 nm) nunmehr das Kommando zum Ablauf eines vorher festgelegten Programmes zur Änderung des Winkelabstandes zwischen Blickrichtung und Meßlichtquelle gibt. Die auftretenden Ortsveränderungen der Meßlichtquelle erfolgt vorzugsweise statistisch und überstreicht nach und nach das gesamte Gesichtsfeld des Patienten.

Das Aufleuchten eines oder mehrerer Meßlichtsignale kann nun vom Patienten durch einen Tastendruck als Zeichen, daß er das Signal erkannt hat, signalisiert werden. Dieses Signal wird sodann zusammen mit der Information über den jeweils gegenwärtigen Winkelabstand zwischen Blickrichtung und Lichtquelle in der Einheit 23 registriert. Diese Registrierung kann auch mittels eines Schreibers über einen genormten Papiervordruck erfolgen, wo Punkt für Punkt des erkannten Lichtsignals nach

der Erkennungssignalisierung innerhalb eines kurzen Zeitintervalls von beispielsweise einer Sekunde durch den Patienten automatisch eingezeichnet wird.

Hierzu kann es von Vorteil sein, wenn der erfindungsgemäßen Anordnung ein elektrischer Verzögerungskreis angeschlossen ist, der es gestattet, daß zwischen zwei Meßvorgängen eine bestimmte Verzögerungszeit - vorgesehen sind etwa drei bis zehn Sekunden - einstellbar ist. In dieser Zeit wird dem Patienten eine Adaptionszeit gewährt und außerdem wird währenddessen das oder die Meßlichter neu positioniert. Erfolgt während dieser Zeit ein Tastendruck oder ein Lidschlag, so werden diese gesondert registriert (Störpegel), ohne daß hiervon der Programmablauf beeinflusst wird. Es ist schon gesagt worden, daß die Messungen der Pupillenposition mit Licht einer Wellenlänge erfolgt, welches außerhalb des sichtbaren Spektralbereiches - vorzugsweise im nahen Infrarotbereich erfolgt, um die Adaption des Auges nicht bzw. nur wenig zu beeinflussen. Es versteht sich von selbst, daß die Meßmittel zur Bestimmung des Lidschlußzeitpunktes für die infrarote Strahlung ausgelegt sind.

Um nun eine zahlenmäßige Steigerung der Meßvorgänge pro Zeiteinheit zu erhalten - auch für Untersuchungen bzw. Meßvorgängen bei Kindern - ist vorgesehen, im mittleren Bildbereich optische Reize zu erzeugen, die zwangsläufig eine häufige Ausrichtung der Sehachse auf diese bewirken. Hierzu wird jeweils ein rein rechnerisch erzeugtes Lichtsignal, wie zum Beispiel ein Lichtfeld von wechselnder Farbe bei konstanter Helligkeit, erzeugt. Eine Adaptionsänderung ist hierdurch ausgeschlossen.

Mit den vorgeschlagenen Maßnahmen ist ein Verfahren zur Bestimmung des Gesichtsfeldes geschaffen, das der Patient praktisch ohne ärztliche Hilfe selbst durchführen kann und automatisch ein Meßprotokoll durch die Registrier- und Auswerteinheit 23 erstellt. Es handelt sich um ein berührungsloses Verfahren,

welches die Adaption nicht oder nur ganz wenig beeinflusst.
Für die augenärztliche Praxis bedeutet dieses vorgeschlagene
Verfahren - vor allem im Hinblick auf den derzeit noch vor-
herrschenden Ärztemangel - eine wesentliche Rationalisierung
der Behandlungspraxis.

Verfahren und Anordnung zur Bestimmung der Blickrichtung des
Auges, welches Teil des Verfahrens und der Anordnung zur Ge-
sichtsfeldbestimmung sind, kann auch für sich in vielen Be-
reichen der Meßtechnik und Antropotechnik eingesetzt werden.

- Patentansprüche -

MESSERSCHMITT-BÜLKOW-BLOHM
GESELLSCHAFT
MIT BESCHRÄNKTER HAFTUNG
MÜNCHEN

- 9 -

Ottobrunn, 30. Sept. 1974
BT014
Kre/Ke

7745

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Verfahren zur Bestimmung der Blickrichtung und des Gesichtsfeldes des Auges mittels einer auf die Pupille einwirkenden dreh- und/oder verschiebbar angeordneten Lichtquelle mit einer Wellenlänge im nahen Infrarotbereich, dadurch gekennzeichnet, daß von einer Infrarot-Lichtquelle (10) Strahlenbündel (1, 2, 3) auf den Pupillen- bzw. Irisrand (51) des Auges (50) gerichtet werden und die einzelnen reflektierten Intensitäten mittels lichtempfindlicher Sensoren (20, 21, 22) gemessen, ein Maß für die Winkelabweichung zwischen Blickrichtung und Lichtquelle geben.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Winkelabstand zwischen Blickrichtung und Lichtquelle nach einem festgelegten Schema statistisch über das gesamte Gesichtsfeld verändert wird und der Prüfling bei jeder Änderung innerhalb einer festlegbaren Zeitspanne ein Signal für eine Registriereinrichtung (23) auslöst.
3. Verfahren nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Registriersignal infolge erheblicher Steigerung der Helligkeit der Meßlichtquelle durch Lidschlußreflex ausgelöst wird.

4. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß von Messung zu Messung als Adaptionzeit eine einstellbare Verzögerungszeit eingelegt wird.
5. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß ein rein rechnerisch erzeugtes Lichtsignal, wie beispielsweise ein Lichtfeld mit wechselnder Farbe und konstanter Helligkeit, zur Messung herangezogen wird.
6. Anordnung zur Durchführung der Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß einer Lichtquelle (10) drei oder mehr teildurchlässige Strahlteilerspiegel (11, 12, 13 und 14, 15, 16) zugeordnet sind, wobei letztere (14, 15, 16) jeweils zwischen einer Zylinderoptik (17, 18, 19) und einem Sensor (20, 21, 22) angeordnet sind, deren Signale einer Registrier- und Auswerteinrichtung (23) zugeführt werden.
7. Anordnung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Registriereinrichtung (23) fotoelektrische Meßmittel zugeordnet sind, die das Registriersignal zur Aufzeichnung des Winkelabstandes auslösen.
8. Anordnung nach den Ansprüchen 6 und 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Lichtquelle (10) ein Steuergerät (24) mit einem elektrischen Verzögerungskreis zugeordnet ist.

Fig. 1 X

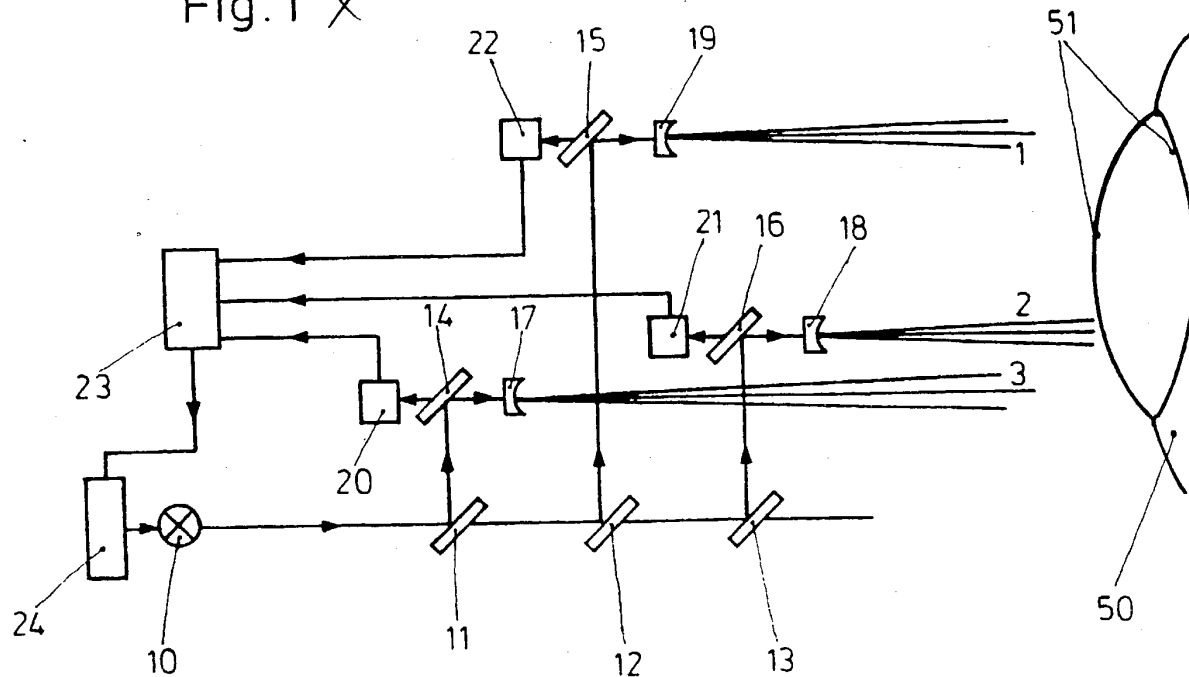


Fig. 2

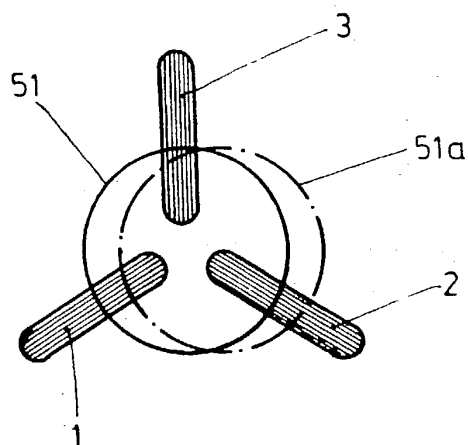
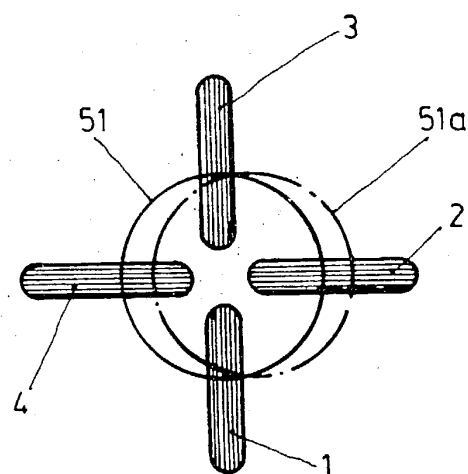


Fig. 3



609818/0486